

Néhány egyszerű kétdimenziós geofoncsoport vizsgálata

BODOKY TAMÁS – MESKÓ ATTILA – POLCZ IVÁN

A geofoncsoporttal a kétdimenziós térfrekvencia (hullámszám) tartományban felülvágó szűrést kell megvalósítanunk. Bemutatjuk és a célkitűzéssel összehasonlítjuk néhány egyszerű kétdimenziós geofoncsoport átviteli függvényeit.

При группировании сейсмоприемников в диапазоне пространственных частот (волновое число) необходимо создать фильтрацию высоких частот. В работе приводятся и сопоставляются частотные характеристики для некоторых простых двумерных конфигураций группирования сейсмоприемников.

Es besteht die Aufgabe, mittels der Geophongruppe in einem zweidimensionalen Raumfrequenz (Wellenzahl)-Bereich eine Tiefpass-Filterung (low-pass) zu verwirklichen. Die Übertragungsfunktionen einiger einfacher zweidimensionaler Geophonengruppen werden vorgeführt und auf ihre Zweckmäßigkeit hin geprüft.

A szeizmikus kutatásban régóta ismerik és használják a geofoncsoportok jel/zaj arány javító hatását. Ezt a hatást – a tárgyalás egyszerűsítése céljából – két komponensre bontják. Az egyik statisztikus jellegű és csak a geofonok számától függ. A másik a geofoncsoport, mint lineáris átviteli rendszer térfrekvencia (vagy hullámszám) tartománybeli szűrőhatásának következménye. A szűrőhatás a rendszer átviteli függvényével írjuk le. Adott számú geofonnal dolgozva a statisztikus hatás tetszőleges csoportosítás esetén változatlan marad. Emiatt csak az átviteli függvényeket vizsgáltuk.

Különböző érzékenységgű geofonokból összeállított területi elrendezés átviteli függvénye:

$$S(\omega, \psi) = \sum_{k=0}^n c_k e^{i(\omega x_k + \psi y_k)}, \quad (1)$$

– ahol c_k a k -edik geofon érzékenységet jelöli;
 x_k és y_k a c_k érzékenységgű geofon vonatkoztatási ponttól (a csoport középpontjától) mért távolsága a vonalmenti, illetve rá merőleges irányban,
 ω és ψ térbeli frekvenciaváltozók (hullámszám változók):

$$\omega = \frac{2\pi}{\lambda_x}; \quad \psi = \frac{2\pi}{\lambda_y}.$$

Ha a csoport szimmetrikus, az átviteli függvény egyszerűsödik.

Olyan csoportokkal foglalkoztunk, melyekben az érzékenységek arányai kis egész számok. Ilyen érzékenységarányok szükség esetén több geofon azonos pontra helyezésével is előállíthatók.

Az x_k és y_k értékeket a továbbiakban úgy választjuk, hogy

$$\begin{aligned} x_k &= j \cdot d_x, \\ y_k &= l \cdot d_y \end{aligned}$$

legyen. Vezessük még be a relatív frekvenciaváltozókat az

$$\omega' = \omega d_x, \quad \psi' = \psi d_y$$

definíciókkal. Akkor az (1) átviteli függvényből:

$$S(\omega', \psi') = \sum_{k=0}^n c_k e^{i(\omega'j + \psi'k)} \quad (2)$$

adódik. Az átviteli függvényeket az általános esetben a

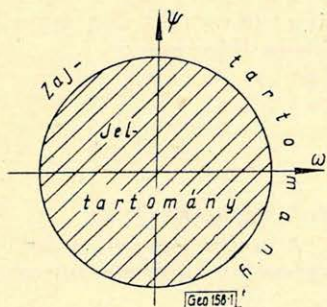
$$\begin{aligned} &= \pi \cong \omega' \cong \pi \\ &-\pi \cong \psi' \cong \pi \end{aligned} \quad (3)$$

intervallumban kellene meghatároznunk. A c_k együtthatók szimmetrikus elrendezése miatt azonban az átviteli függvények is hasonló szimmetriát mutatnak. Emiatt elegendő a számításokban a (3) négyzet helyett annak pozitív negyedbe eső részére szorítkozni. Azaz:

$$\begin{aligned} 0 \cong \omega' \cong \pi & \quad \text{vagy} \quad 0^\circ \cong \omega' \cong 180^\circ, \\ 0 \cong \psi' \cong \pi & \quad 0^\circ \cong \psi' \cong 180^\circ. \end{aligned}$$

Az alkalmazandó d_x és d_y geofontávolságokat és a c_k együtthatók optimális értékeit a mérési területre jellemző jel- és zaj-spektrumok alapján, az optimumszűrő-elmélet összefüggéseiből számíthatnánk. Ismeretes, hogy a zavarhullámok térbeli frekvenciája nagyobb, mint a jeleké (1. ábra). Az ábra alapján világos, hogy egválozós csoport nem biztosíthat megfelelő szűrést, átengedi az oldalról érkező zavarhullámok jelentős részét. Részletes számítások nélkül is megállapítható, hogy az optimumszűrő jellege: felülvágó, mely bizonyos térbeli frekvenciák feletti komponenseket egyáltalán nem enged át. Ha a megvalósítás gyakorlati nehézségei miatt nem törekszünk optimumszűrésre, azt a célt kell kitűznünk, hogy a csoport jó felülvágó szűrést biztosítson.

Néhány egyszerű elrendezés átviteli függvényét az 2–9. ábrákon mutatjuk be. Az ábrákon feltüntettük a geofonelrendezést, illetve az egyes pontokhoz rendelt érzékenységeket.



1. ábra. Jel és zaj eloszlása a kétváltozós térbeli frekvencia (hullámszám) síkon

Фиг. 1. Распределение сигналов и шума в плоскости пространственных частот (волнового числа) с двумя неизвестными

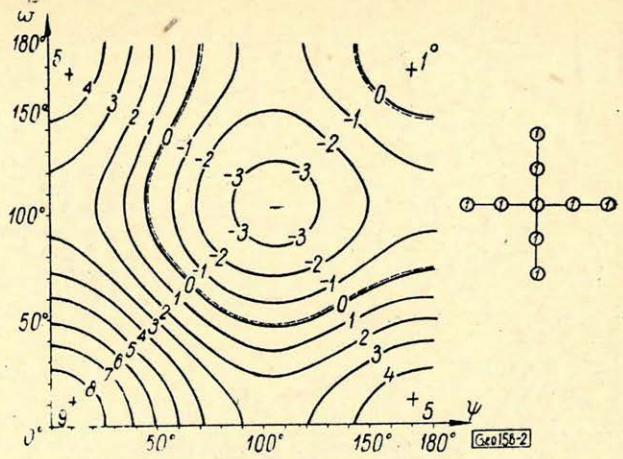
Fig. 1. Zeichen- und Geräusch-Verteilung an der Raumfrequenz (Wellenzahl)-Ebene

Látható (2–5. ábrák), hogy a csoportban szereplő geofonok számának növelése önmagában is javítja a szűrés tulajdonságait. De különböző érzékenyséű geofonokból álló csoport még hatásosabban távolítja el a nagy térbeli frekvenciájú komponenseket.

2. ábra. A jobb oldalon megadott geofoncsoport átviteli függvénye, mint a relatív térbeli frekvenciaváltozók függvénye

Fig. 2. Частотная характеристика указанной на правой стороне группы сейсмоприемников, в функции от относительных переменных пространственных частот

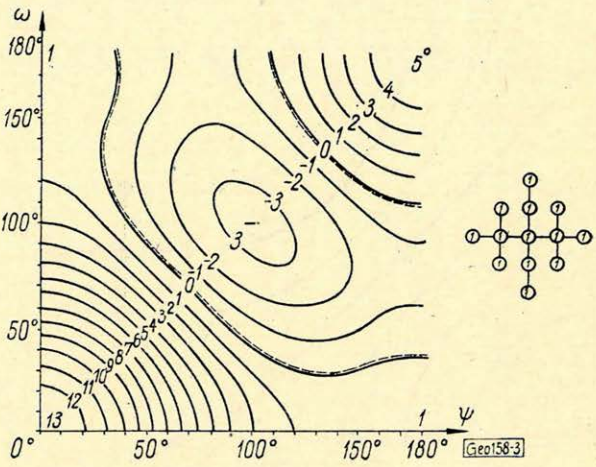
Fig. 2. Übertragungsfunktion der auf der rechten Seite angegebenen Geophonengruppe als Funktion der relativen Raumfrequenzveränderlichen



3. ábra. A jobb oldalon megadott geofoncsoport átviteli függvénye, mint a relatív térbeli frekvenciaváltozók függvénye

Fig. 3. Частотная характеристика указанной на правой стороне группы сейсмоприемников, в функции от относительных переменных пространственных частот

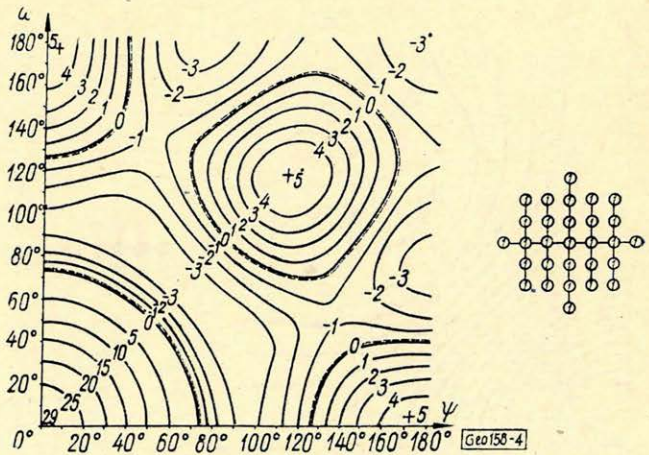
Fig. 3. Übertragungsfunktion der auf der rechten Seite angegebenen Geophonengruppe als Funktion der relativen Raumfrequenzveränderlichen

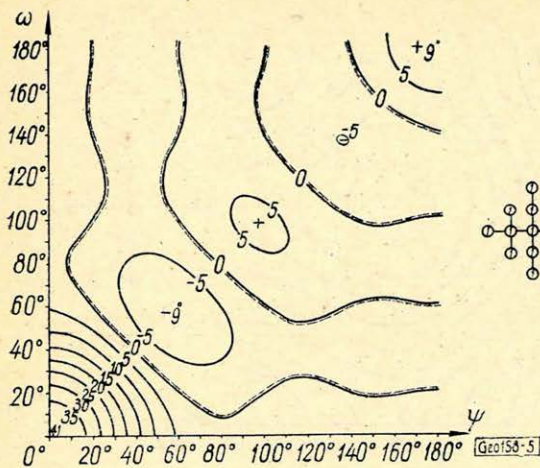


4. ábra. A jobb oldalon megadott geofoncsoport átviteli függvénye, mint a relatív térbeli frekvenciaváltozók függvénye

Fig. 4. Частотная характеристика указанной на правой стороне группы сейсмоприемников, в функции от относительных переменных пространственных частот

Fig. 4. Übertragungsfunktion der auf der rechten Seite angegebenen Geophonengruppe als Funktion der relativen Raumfrequenzveränderlichen

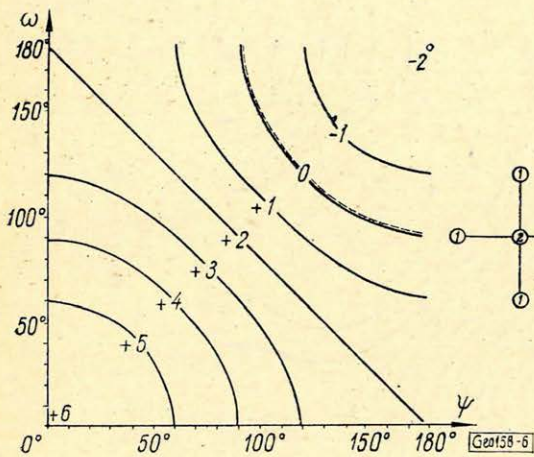




5. ábra. A jobb oldalon megadott geofonocsoport átviteli függvénye, mint a relatív térbeli frekvenciaváltozók függvénye

Fig. 5. Частотная характеристика указанной на правой стороне группы сейсмоприемников, в функции от относительных переменных пространственных частот

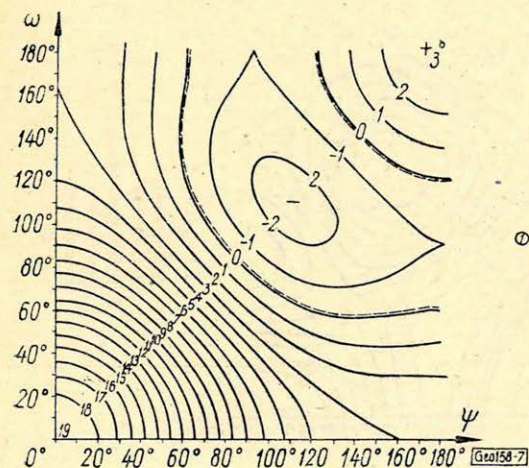
Fig. 5. Übertragungsfunktion der auf der rechten Seite angegebenen Geophonengruppe als Funktion der relativen Raumfrequenzveränderlichen



6. ábra. A jobb oldalon megadott geofonocsoport átviteli függvénye, mint a relatív térbeli frekvenciaváltozók függvénye

Fig. 6. Частотная характеристика указанной на правой стороне группы сейсмоприемников, в функции от относительных переменных пространственных частот

Fig. 6. Übertragungsfunktion der auf der rechten Seite angegebenen Geophonengruppe als Funktion der relativen Raumfrequenzveränderlichen



7. ábra. A jobb oldalon megadott geofonocsoport átviteli függvénye, mint a relatív térbeli frekvenciaváltozók függvénye

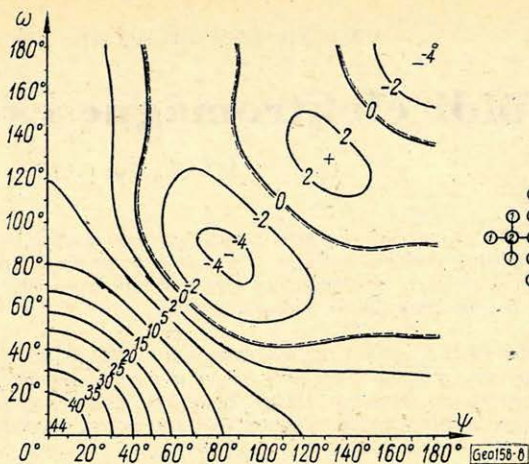
Fig. 7. Частотная характеристика указанной на правой стороне группы сейсмоприемников, в функции от относительных переменных пространственных частот

Fig. 7. Übertragungsfunktion der auf der rechten Seite angegebenen Geophonengruppe als Funktion der relativen Raumfrequenzveränderlichen

8. ábra. A jobb oldalon megadott geofoncsoport átviteli függvénye, mint a relatív térbeli frekvenciaváltozók függvénye

Фиг. 8. Частотная характеристика указанной на правой стороне группы сейсмоприемников, в функции от относительных переменных пространственных частот

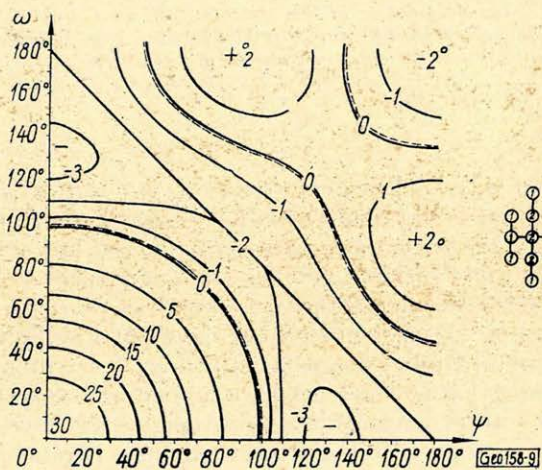
Fig. 8. Übertragungsfunktion der auf der rechten Seite angegebenen Geophonengruppe als Funktion der relativen Raumfrequenzveränderlichen



9. ábra. A jobb oldalon megadott geofoncsoport átviteli függvénye, mint a relatív térbeli frekvenciaváltozók függvénye

Фиг. 9. Частотная характеристика указанной на правой стороне группы сейсмоприемников, в функции от относительных переменных пространственных частот

Fig. 9. Übertragungsfunktion der auf der rechten Seite angegebenen Geophonengruppe als Funktion der relativen Raumfrequenzveränderlichen



A jel/zaj arány növekedésének sorrendje:

vonalmonti csoport,

azonos érzékenyséű pontokat (geofonokat) tartalmazó területi csoport,

különböző érzékenyséű pontokat (geofonokat) tartalmazó területi csoport.

Az elkészített néhány felvétel az elméleti következtetésekkel összhangban levő eredményeket szolgáltatott. A megkezdett vizsgálatokat – különösen a kísérleti méréseket illetően – kívánatos folytatni, illetve kibővíteni.

Az eddigi tapasztalatok és a bemutatott átviteli függvények szerint adott számú geofon jobb kihasználását jelenti, ha különböző érzékenyséű pontokat tartalmazó csoportokat alakítunk ki belőlük, még akkor is, ha az érzékenységek arányát – praktikus okokból – csak kis egész számoknak választjuk.

IRODALOM

J. P. Burg, 1964: Three dimensional filtering with an array of seismometers. Geophysics, Vol 29. No 5.

Gálfi, Márton, Meskó, Stegena: Alkalmazott geofizika I. Seizmika. Tankönyvkiadó (megjelenőben).